

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-014917
 (43)Date of publication of application : 20.01.1992

(51)Int. Cl. H04B 10/16
 H04B 3/36

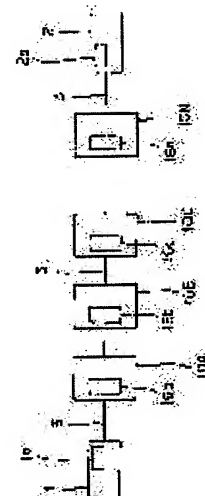
(21)Application number : 02-117771 (71)Applicant : FUJITSU LTD
 (22)Date of filing : 09.05.1990 (72)Inventor : MAKI TAKANORI

(54) OPTICAL RELAY TRANSMISSION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent consumption of undesired power by providing a pilot signal generating means and a band pass filter and controlling a gain of a desired optical direct amplifier repeater among plural optical direct amplifier repeaters with a pilot signal passing through the band pass filter.

CONSTITUTION: Both terminal stations 1, 2 are provided respectively with pilot signal generating means 1a, 2a generating plural pilot signals whose frequency different from each other and of the same number as plural optical direct amplifier repeaters 10A-10N. Moreover, band pass filters 16a-16n whose frequency pass band width differs from each other and corresponds to any of frequencies of plural pilot signals are provided to the plural optical direct amplifier repeaters 10A-10N. Then a gain of desired optical direct amplifier repeaters 10A-10N among the plural optical direct amplifier repeaters 10A-10N is controlled by a pilot signal passing through the band pass filters 16a-16n. Thus, the gain of all the optical direct amplifier repeaters 10A-10N is selected to be a desired gain and consumption of undesired power is prevented.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-14917

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)1月20日

H 04 B 10/16
3/36

9199-5K
8426-5K

H 04 B 9/00

J

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全14頁)

⑭ 発明の名称 光中継伝送方式

⑯ 特 願 平2-117771

⑰ 出 願 平2(1990)5月9日

⑱ 発 明 者 榎 孝 徳 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑲ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑳ 代 理 人 弁理士 松本 昂

明 細 書

1. 発明の名称

光 中 継 伝 送 方 式

2. 特許請求の範囲

1. 両端局(1,2)を結ぶ光ファイバ(3)の経路に、光信号をそのまま直接増幅する複数の光直接増幅中継器(10A~10N)を介装し、該両端局(1,2)の一方の端局(1)から送信され、該光ファイバ(3)を伝送する光信号の主信号に振幅変調により重畳されたパイロット信号によって、該複数の光直接増幅中継器(10A~10N)のゲインを制御しながら、該光ファイバ(3)を介して他方の端局(2)へ光信号を伝送する光中継伝送方式において、

前記両端局(1,2)に、前記複数の光直接増幅中継器(10A~10N)と同数の、周波数がそれぞれ異なる複数のパイロット信号を発生するパイロット信号発生手段(1a,2a)を設け、

該複数の光直接増幅中継器(10A~10N)に、それ

ぞれの周波数通過帯域幅が異なり、各々の周波数通過帯域幅が、該複数のパイロット信号の周波数のいずれかに対応したバンドパスフィルタ(16a~16n)を設け、

該複数の光直接増幅中継器(10A~10N)の内、所望の光直接増幅中継器(10A~10N)のゲインを、そのバンドパスフィルタ(16a~16n)を通過するパイロット信号によって制御することを特徴とする光中継伝送方式。

2. 両端局(1,2)を結ぶ光ファイバ(3)の経路に、光信号をそのまま直接増幅する複数の光直接増幅中継器(30A~30N)を介装し、該両端局(1,2)の一方の端局(1)から送信され、該光ファイバ(3)を伝送する光信号の主信号に振幅変調により重畳されたパイロット信号によって、該複数の光直接増幅中継器(30A~30N)のゲインを制御しながら、該光ファイバ(3)を介して他方の端局(2)へ光信号を伝送する光中継伝送方式において、

前記両端局(1,2)に、前記複数の光直接増幅中継器(30A~30N)と同数の、周波数がそれぞれ異な

る複数のパイロット信号と、該複数のパイロット信号の周波数と異なる周波数を有する単一パイロット信号とを発生するパイロット信号発生手段を設け、

該複数の光直接増幅中継器(30A~30N)に、それぞれの周波数通過帯域幅が異なり、各々の周波数通過帯域幅が、該複数のパイロット信号の周波数のいずれかに対応したバンドパスフィルタ(16a~16n)を設けると共に、単一パイロット信号の周波数に対応した周波数通過帯域幅を有する共通バンドパスフィルタ(31)をそれぞれ設け、

該複数の光直接増幅中継器(30A~30N)の内、所望の光直接増幅中継器(30A)のゲインを、そのバンドパスフィルタ(16a)を通過するパイロット信号によって制御すると共に、該複数の光直接増幅中継器(30A~30N)のゲインを、前記共通バンドパスフィルタ(31)を通過する単一パイロット信号によって共通に制御することを特徴とする光中継伝送方式。

3. 前記共通バンドパスフィルタ(31)を具備し

た共通光直接増幅中継器(40)と、

前記光直接増幅中継器(30A~30N)とを任意に組み合わせる前記両端局(1,2)を結ぶ光ファイバ(3)の経路に介装したことを特徴とする請求項2記載の光中継伝送方式。

4. 周波数通過帯域幅が同一のバンドパスフィルタ(16a~16n)を有する前記光直接増幅中継器(30A~30N)を複数個ずつ連続して接続したことを特徴とする請求項2記載の光中継伝送方式。

5. 前記光直接増幅中継器(10A~10N, 30A~30N, 40)に、両端局(1,2)の一方の端局(1)から送信される監視系信号を直流信号に変換するD/A変換手段(21a)を設け、

このD/A変換手段(21a)により変換される直流信号を、光直接増幅中継器(10A~10N, 30A~30N, 40)のゲインを制御するゲイン制御手段(19)に入力し、

該ゲイン制御手段(19)自体のゲインを制御することによって光直接増幅中継器(10A~10N, 30A~30N, 40)のゲインを制御することを特徴とする請

求項1~4のいずれかに記載の光中継伝送方式。

6. パイロット信号の変調度を、前記両端局(1,2)に設置された表示装置(50)に表示させることを特徴とする請求項1~4のいずれかに記載の光中継伝送方式。

3. 発明の詳細な説明

目次

概 要

産業上の利用分野

従来の技術

発明が解決しようとする課題

課題を解決するための手段

作 用

実 施 例

発明の効果

概 要

光信号をそのまま直接増幅する光直接増幅中継器を用いた光中継伝送方式に関し、

各中継器に光直接増幅中継器を用い、そのゲインを個々に制御可能にして、全ての光直接増幅中継器のゲインを所望のゲインにすることにより、余計な電力消費を防止し、ランニグコストを下げるができると共に、信号劣化を防止して適正な信号を伝送することができる光中継伝送方式を提供することを目的とし、

両端局を結ぶ光ファイバの経路に、光信号をそのまま直接増幅する複数の光直接増幅中継器を介装し、該両端局の一方の端局から送信され、該光ファイバを伝送する光信号の主信号に振幅変調により重畳されたパイロット信号によって、該複数の光直接増幅中継器のゲインを制御しながら、該光ファイバを介して他方の端局へ光信号を伝送する光中継伝送方式において、前記両端局に、前記複数の光直接増幅中継器と同数の、周波数がそれぞれ異なる複数のパイロット信号を発生するパイロット信号発生手段を設け、該複数の光直接増幅中継器に、それぞれの周波数通過帯域幅が異なり、各々の周波数通過帯域幅が、該複数のパイロット

信号の周波数のいずれかに対応したバンドパスフィルタを設け、該複数の光直接増幅中継器の内、所望の光直接増幅中継器のゲインを、そのバンドパスフィルタを通過するパイロット信号によって制御するように構成する。

産業上の利用分野

本発明は、光信号をそのまま直接増幅する光直接増幅中継器を用いた光中継伝送方式に関する。

光中継伝送方式は、例えば光海底ケーブル通信に適用される。海底における光中継伝送方式は、通信衛星あるいは従来の短波による無線通信の伝送品質と比較して、雑音、遅延時間の点で優れており、機密が保持できることから国際間及び国内通信手段として広く採用されており、従来の同軸ケーブルに比較して伝送容量の大きい光ファイバケーブルを使用している。また、増幅手段として光直接増幅中継器を適用した光中継伝送方式も提案されている。

このような光中継伝送方式は、両端の端局を接

接増幅する光直接増幅中継器4Aを、第13図に示す中継器4の代わりに用いた光中継伝送方式が知られている。

第14図を参照して光直接増幅中継器4Aの構成を説明する。

光直接増幅中継器4Aは、入力される光信号 P_{Sin} を、合波器11を介して増幅を行うエルビウムドープファイバ(EDFA)13と、増幅された光信号を分波器14を介して出力する際に、その出力される光信号 P_{Out} の波形振幅を一定に保持するためのフィードバック系の回路とから構成されている。

ここで、端局1又は2から出力される光信号 P_{Sin} について説明しておく。この光信号 P_{Sin} は第15図のスペクトル図に示すように、主信号 f_0 (搬送波)と、主信号 f_0 にパイロット信号 f_p を振幅変調により重畳した主信号制御パイロット信号 P と、主信号 f_0 に回答信号 f_{res} を振幅変調により重畳した監視系回答信号 $SVRES$ と、主信号 f_0 に監視系信号 f_{sv} を振幅変調に

続する光ファイバ伝送路に複数の中継器を介装して構成されているが、その介装された中継器のゲインが、それぞれ個別に変化することが多いので、所望の中継器のゲインのみを変化させることのできる光中継伝送方式が要望されている。

従来の技術

従来の光中継伝送方式は、第13図に示すように、両端局1, 2を接続する光ファイバ3の間に、複数の中継器4, 4, ...を一定間隔で介装して構成し、一方の端局1から光信号を送信し、この光信号を中継器4で増幅しながら他方の端局2へ光信号を伝送していた。

上述した中継器4の構成としては、例えば光ファイバ3によって伝送されてきた光信号を、フォトダイオードによって電気信号に変換し、電子増幅器により信号を増幅した後、半導体レーザ等によって、光信号に変換して、光ファイバ3に再び送り出すといったものが一般的である。

また、他の従来例として、光信号をそのまま直

より重畳した監視系監視信号 SV とから成っている。

次に、第14図に戻り光直接増幅中継器4Aの構成を説明する。合波器11は2つの波長の異なる光を合成して1つの光信号として出力するものであり、この例では端局1から送信され、かつ光ファイバ3を介して入力される光信号 P_{Sin} と、光カプラ12から出力される励起光とを合成して出力する。

合波器11から出力された光信号はEDFA13によって増幅される。このEDFA13は希土類元素の1つであるエルビウム(Er)を光ファイバにドープしたものであり、例えば波長1.48 μm の励起光によって、高いエネルギー準位に励起された光ファイバ中のEr原子に信号光が入ってくると、誘導放出が生じ、信号光のパワーが光ファイバに沿ってしだいに大きくなる。即ち光信号の増幅が行われるものである。

分岐器14は1つの光信号を分岐して2つの光信号として出力するものであり、EDFA13に

よって増幅された光信号を分岐して、光ファイバ3及びO/E変換回路15へ出力する。O/E変換回路15は分岐器14から出力される光信号を、電気信号に変換する回路であり、信号光を受ける受光素子としてフォトダイオードが用いられ、このフォトダイオードで信号光を受光することによって流れる電流を、トランジスタ等の増幅手段によって増幅して、電気信号E P S i nを出力するようになっている。

16は第1のバンドパスフィルタ(第1B P F)、17は第2のバンドパスフィルタ(第2B P F)、18は第3のバンドパスフィルタ(第3B P F)である。第1B P F 16は、O/E変換回路15から出力される電気信号E P S i nからパイロット信号 f_p に対応する電気信号 $E f_p$ を復調し、第2B P F 17は、電気信号E P S i nから応答信号 f_{res} に対応する電気信号 $E f_{res}$ を復調し、第3B P F 18は、電気信号E P S i nから監視系信号 f_{sv} に対応する電気信号 $E f_{sv}$ を復調する。

D 2 2 aからポンピング光(励起光)を光カプラ12を介して合波器11に出力するものである。23はE/O変換回路22と同様にポンピング用L D 2 3 aとL D 駆動回路23 bとから構成されるE/O変換回路であり、非常用の回路として用いられる。つまり、通常はE/O変換回路22が適用されているが、このE/O変換回路22が故障等により正常作動しなくなった場合に用いられる。このE/O変換回路22とE/O変換回路23との切り換えは、端局1から送信される監視系信号 f_{sv} を監視系信号処理演算回路21でデジタル化したコマンドにより、光カプラ12を切替制御することによって行われる。

発明が解決しようとする課題

ところで、上述した光中継伝送方式においては、いずれの方式でも、各端局1、2間の経路に挿入された中継器4又は光直接増幅中継器4 Aのゲインが変化するので、例えばゲインが低減した場合、その中継器4又は光直接増幅中継器4 Aのゲイン

19はA P C(Automatic Power Control)回路であり、第1B P F 16により復調された信号 $E f_p$ により主信号 f_o の電力を制御することによって光直接増幅中継器4 Aのゲインを、所望のゲインに制御する。20はA G C(Automatic Gain Control)回路20であり、第2B P F 17により復調された信号 $E f_{res}$ の振幅を一定に制御する。21は監視系信号処理演算回路であり、第3B P F 18により復調された信号 $E f_{sv}$ をコマンド化し、このコマンドによって所望の制御を行う。例えばA G C回路20の動作をON/OFF制御する。

22は電気信号を光信号に変換するE/O変換回路であり、ポンピング用L D(Laser Diodo) 22 aとL D 駆動回路22 bとから構成されている。このE/O変換回路22はA P C回路19、A G C回路20及び監視系信号処理演算回路21の各回路から出力される各信号を、L D 駆動回路22 bに取り入れ、この取り入れた各信号によってポンピング用L D 22 aを駆動し、ポンピング用L

を制御して、所望のゲインにする必要がある。

この制御に当たっては、例えば、端局1からゲインを制御するためのパイロット信号 f_p を送信して行っている。しかし、このように端局1からパイロット信号 f_p を送信しても、その送信されるパイロット信号 f_p の周波数が単一であることと、各中継器4又は光直接増幅中継器4 Aの構成が全て同一であることから、ゲイン調整を行う中継器4又は光直接増幅中継器4 Aに係わらず全てのの中継器4又は光直接増幅中継器4 Aのゲインが変化することになり、これは、全体の系から見た場合、必要以上にゲインが増加することになるので、その分、余計な電力消費を伴い、ランニングコストが上昇する問題となる。

また、個々の中継器4又は光直接増幅中継器4 Aのゲインがそろわないので、信号劣化につながり、適正な信号が伝送できない問題も生じる。

本発明は、このような点に鑑みてなされたものであり、各中継器に光直接増幅中継器を用い、そのゲインを個々に制御可能にして、全ての光直接

増幅中継器のゲインを所望のゲインにすることにより、余計な電力消費を防止し、ランニグコストを下げるができると共に、信号劣化を防止して適正な信号を伝送することができる光中継伝送方式を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

第1図は本発明の原理図である。

この図によれば、両端局1、2を結ぶ光ファイバ3の経路に、光信号をそのまま直接増幅する複数の光直接増幅中継器10A～10Nを介装し、該両端局1、2の一方の端局1から送信され、該光ファイバ3を伝送する光信号の主信号に振幅変調により重畳されたパイロット信号によって、該複数の光直接増幅中継器10A～10Nのゲインを制御しながら、該光ファイバ3を介して他方の端局2へ光信号を伝送する光中継伝送方式において、前記両端局1、2に、前記複数の光直接増幅中継器10A～10Nと同数の、周波数がそれぞれ異なる複数のパイロット信号を発生するパイロ

ット信号発生手段1a、2aを設ける。更に、該複数の光直接増幅中継器10A～10Nに、それぞれの周波数通過帯域幅が異なり、各々の周波数通過帯域幅が、該複数のパイロット信号の周波数のいづれかに対応したバンドパスフィルタ16a～16nを設ける。そして、該複数の光直接増幅中継器10A～10Nの内、所望の光直接増幅中継器10Aのゲインを、そのバンドパスフィルタ16aを通過するパイロット信号によって制御するように構成する。

また、前記光直接増幅中継器10A～10Nの構成要素の他に、単一パイロット信号の周波数に対応した周波数通過帯域幅を有する共通バンドパスフィルタ31を具備した光直接増幅中継器30A～30Nを設け、端局1又は2から単一パイロット信号を送信して、各光直接増幅中継器30A～30Nを共通に制御するように構成してもよい。

作 用

本発明によれば、端局のパイロット信号発生手

段から発生する周波数のそれぞれ異なる複数のパイロット信号が、光信号の主信号に振幅変調により重畳されて光ファイバを介して、各光直接増幅中継器に伝送される。そして、光直接増幅中継器のバンドパスフィルタの周波数通過帯域幅に対応した周波数のパイロット信号が、そのバンドパスフィルタによって復調され、その復調されたパイロット信号によって、当該光直接増幅中継器のゲインが制御される。即ち、ゲインの制御対象となる光直接増幅中継器のバンドパスフィルタの周波数通過帯域幅に対応した周波数のパイロット信号の変調度を変えることによって、励起光のパワーを変化させ、光直接増幅中継器個々にゲインを制御することができる。

また、上述した各光直接増幅中継器に、前記パイロット信号の周波数と異なる周波数の単一パイロット信号を復調する共通バンドパスフィルタを設けた場合に、その単一パイロット信号を光信号の主信号に重畳して送信することによって、各光直接増幅中継器のゲインを共通に制御することも

できる。

実 施 例

以下、図面を参照して本発明の実施例について説明する。

第2図は本発明の第1の実施例による光中継伝送方式を説明するための図、第3図は第2図に示す光直接増幅中継器の構成図、第4図は第2図に示す端局から送信される光信号に含まれるパイロット信号のスペクトル図である。なお、これらの図において第13図～第15図に示す従来例の各部に対応する部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。

この第1の実施例による光中継伝送方式が、従来例の光直接増幅中継器を用いた光中継伝送方式と異なる点は、端局1又は2から送信されるパイロット信号に、第4図に示すように、複数の光直接増幅中継器10A～10N(第2図参照)の数と同数であって、且つそれぞれの周波数が異なる複数のパイロット信号 $f_{p1} \sim f_{pn}$ を用い、これら

のパイロット信号 $f_{p1} \sim f_{pn}$ を主信号 f_0 にそれぞれ振幅変調により重畳した主信号制御パイロット信号 $P1 \sim Pn$ を光ファイバ3に伝送するようにしたことと、各光直接増幅中継器 $10A \sim 10N$ に第3図に示すように、それぞれの周波数通過帯域幅が異なり、各々の周波数通過帯域幅が各パイロット信号 $f_{p1} \sim f_{pn}$ の周波数のいずれかに対応した第1BPF16a \sim 16nを設けたことである。

このような構成によれば、例えば光直接増幅中継器 $10A$ においては、端局1から送信される光信号 $PSin1$ のパイロット信号 f_{p1} に対応する電気信号 Ef_{p1} のみを、その第1BPF16aによって復調することができるので、光直接増幅中継器 $10A$ のゲインを制御する場合には、パイロット信号 f_{p1} の変調度を変えて、ポンピング用LD22aから出射される励起光のパワーを変化させる。同様に、光直接増幅中継器 $10B$ のゲインを制御するには、パイロット信号 f_{p2} の変調度を変え、光直接増幅中継器 $10C$ のゲインを制御す

るには、パイロット信号 f_{p0} の変調度を変え、光直接増幅中継器 $10N$ のゲインを制御するには、パイロット信号 f_{pn} の変調度を変えればよい。即ち、このような構成の光中継伝送方式によれば、各光直接増幅中継器 $10A \sim 10N$ のゲインを個々に制御することができる。

次に、本発明の第2の実施例について、第5図 \sim 第7図を参照して説明する。

第5図は本発明の第2の実施例による光中継伝送方式を説明するための図、第6図は第5図に示す光直接増幅中継器の構成図、第7図は端局から送信される光信号に含まれるパイロット信号のスペクトル図である。なお、これらの図において第2図 \sim 第4図に示す第1の実施例の各部に対応する部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。

これらの図に示す第2の実施例が第1の実施例と異なる点は、端局1、2間に配置された各光直接増幅中継器 $30A \sim 30N$ に第6図に示すように、第4のバンドパスフィルタ(第4BPF)3

1をそれぞれ追加し、更に、第7図に示すように、第4BPF31のみを通過するパイロット信号 f_{p0} を、光信号 $PSin2$ の主信号 f_0 に振幅変調により重畳したことである。

このように光中継伝送方式を構成した場合、第1の実施例と同様に、各光直接増幅中継器 $30A \sim 30N$ のゲインを個別に制御することができると共に、パイロット信号 f_{p0} によって各光直接増幅中継器 $30A \sim 30N$ のゲインを共通に制御することができる。

次に、本発明の第3の実施例について、第8図及び第9図を参照して説明する。

第8図は本発明の第3の実施例による光中継伝送方式を説明するための図、第9図は第8図に示す光直接増幅中継器の構成図である。なお、これらの図において第5図及び第6図に示す第2の実施例の各部に対応する部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。

これらの図に示す第3の実施例が第2の実施例と異なる点は、端局1、2間に配置された各光直

接増幅中継器 $30A \sim 30N$ の間に、第9図に示す光直接増幅中継器 40 を複数個挿入して構成したことである。

但し、光直接増幅中継器 40 は第9図に示すように、O/E変換回路15とAPC回路19との間に、パイロット信号 f_{p0} のみを復調する第4BPF31を設けて構成されている。

このように光中継伝送方式を構成した場合、第2の実施例と同様に、各光直接増幅中継器 $30A \sim 30N$ のゲインを個別に制御することができると共に、パイロット信号 f_{p0} によって各光直接増幅中継器 $30A \sim 30N$ 及び 40 のゲインを共通に制御することができる。

また、この第3の実施例においては、複数の光直接増幅中継器 40 を各光直接増幅中継器 $30A \sim 30N$ の間に介装したが、この介装するしない、また介装個数は自由である。

次に、本発明の第4の実施例について、第10図を参照して説明する。

第10図は本発明の第4の実施例による光中継

伝送方式を説明するための図であり、この図において第5図に示す第2の実施例の各部に対応する部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。

この図に示す第4の実施例が第2の実施例と異なる点は、第10図に示すように、端局1、2間に各光直接増幅中継器30A～30Nを、それぞれ複数個ずつ連続して接続し、光直接増幅中継器のゲインをその複数個のブロック単位30A'～30N'で制御できるようにしたことである。

この第4の実施例においても、第2の実施例と同様に、各光直接増幅中継器30A～30Nのゲインを共通に制御することができる。

ところで、上述した第1～第4実施例に示した光直接増幅中継器10A～10N、30A～30N、40においては、そのゲインを制御する際に、パイロット信号 $f_{p1} \sim f_{pn}$ 或いはパイロット信号 $f_{p0} \sim f_{pn}$ によって制御していたが、第11図に示すように、監視系信号処理演算回路21から出力される直流信号を用いてAPC回路19を制御することによって、光直接増幅中継器のゲイン制

御を行うようにしてもよい。

このように光直接増幅中継器のゲインを制御するためには、端局1から送信される光信号 $PSin$ の監視信号 f_{sv} に、APC回路19自体のゲインを制御するための信号を重畳して送信し、この重畳された信号を、第3BPF18を介して復調し、更に、監視系信号処理演算回路21のD/A変換回路21aで直流信号に変換し、この直流信号をAPC回路19のゲイン制御回路19aに入力すればよい。つまり、このようにAPC回路19のゲイン制御回路19aに、APC回路19自体のゲインを制御するための信号を変換した直流信号が入力されるので、その直流信号によりAPC回路19自体のゲインが制御され、これによって、光直接増幅中継器のゲインが制御されることになる。

また、上述した第1～第4実施例における光直接増幅中継器のゲインをモニタリングする場合、各パイロット信号 $f_{p1} \sim f_{pn}$ の変調度を見ることによって、パイロット信号 $f_{p1} \sim f_{pn}$ がそのゲイ

ンを制御する光直接増幅中継器のゲイン、又は複数個ずつ連続して接続されたブロック単位の光直接増幅中継器のゲインを知ることができる。例えば第2図に示す第1の実施例によれば、第12図に示すように、各パイロット信号 $f_{p1} \sim f_{pn}$ の変調度をモニタ50に表示して見ることによって、そのパイロット信号 $f_{p1} \sim f_{pn}$ に対応した光直接増幅中継器10A～10Nのゲインを知ることができる。即ち、光直接増幅中継器10Aのゲインを知りたい場合には、パイロット信号 f_{p1} の変調度をモニタ50に表示させて確認すればよい。

発明の効果

以上説明したように、この発明によれば、両端局間の光ファイバの経路に介装された複数の光直接増幅中継器のゲインを個々に制御可能にしたので、全ての光直接増幅中継器のゲインを所望のゲインにすることができ、これによって余計な電力消費を防止してランニングコストを下げるることができる効果がある。

また、全ての光直接増幅中継器のゲインをそろえることができるので、信号劣化を防止することができ、これによって適正な信号を伝送することができる効果がある。

更に、光直接増幅中継器のゲインを個々に制御する各パイロット信号の変調度を表示装置に表示することができるので、その表示された各パイロット信号の変調度から、各光直接増幅中継器のゲインを知ることができる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の原理図、

第2図は本発明の第1の実施例による光中継伝送方式を説明するための図、

第3図は第2図に示す光直接増幅中継器の構成図、

第4図は第2図に示す端局から送信される光信号のパイロット信号のスペクトル図、

第5図は本発明の第2の実施例による光中継伝送方式を説明するための図、

第6図は第5図に示す光直接増幅中継器の構成図、

第7図は第5図に示す端局から送信される光信号のパイロット信号のスペクトル図、

第8図は本発明の第3の実施例による光中継伝送方式を説明するための図、

第9図は第8図に示す各光直接増幅中継器の内、一方の光直接増幅中継器の構成図、

第10図は本発明の第3の実施例による光中継伝送方式を説明するための図、

第11図は本発明の他の構成による光直接増幅中継器の構成図、

第12図は本発明の光直接増幅中継器のゲインのモニタリング方法を説明するための図、

第13図は従来の光中継伝送方式を説明するための図、

第14図は従来の光直接増幅中継器の構成図、

第15図は第13図に示す端局から送信される光信号のスペクトル図である。

1, 2…端局、

1a, 2a…パイロット信号発生手段、

3…光ファイバ、

16a~16n, 31…バンドパスフィルタ、

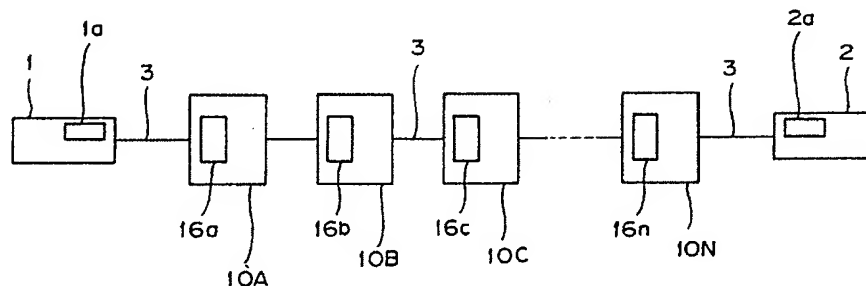
10A~10N, 30A~30N, 40…光直接増幅中継器、

19…ゲイン制御手段、

21a…D/A変換手段。

出願人：富士通株式会社

代理人：弁理士 松本 昂



1, 2: 端局

1a, 2a: パイロット信号発生手段

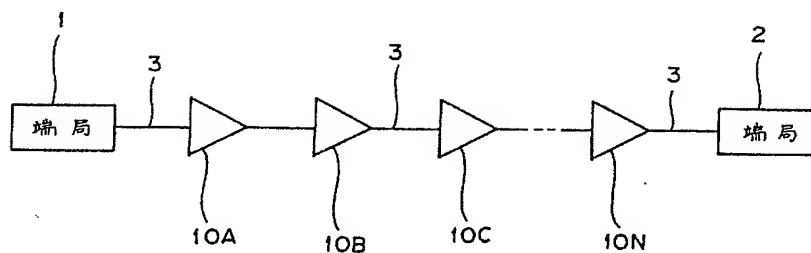
3: 光ファイバ

10A~10N: 光直接増幅中継器

16A~16N: バンドパスフィルタ

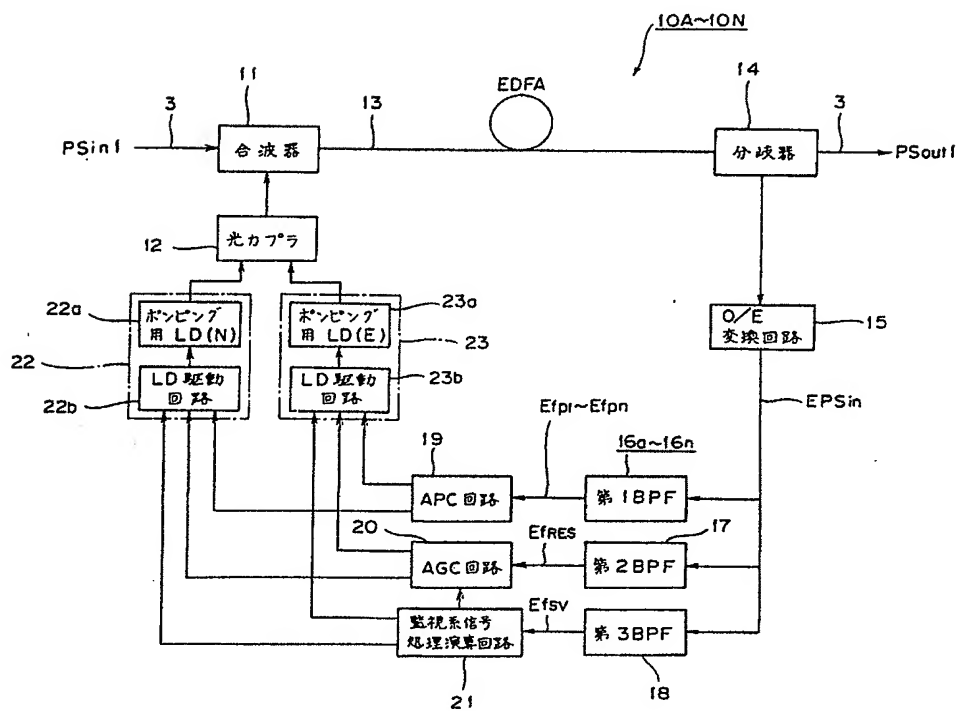
本発明の原理図

第 1 図



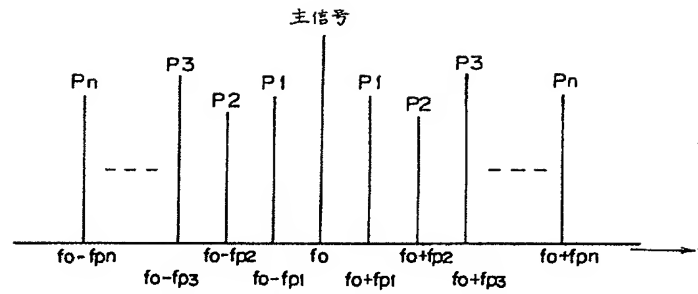
第1実施例による光中継伝送方式の図

第 2 図

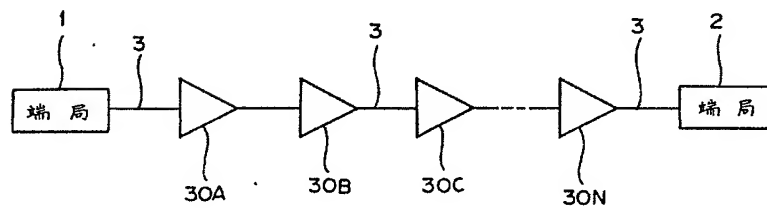


第2図に示す光直増増幅中継器の構成図

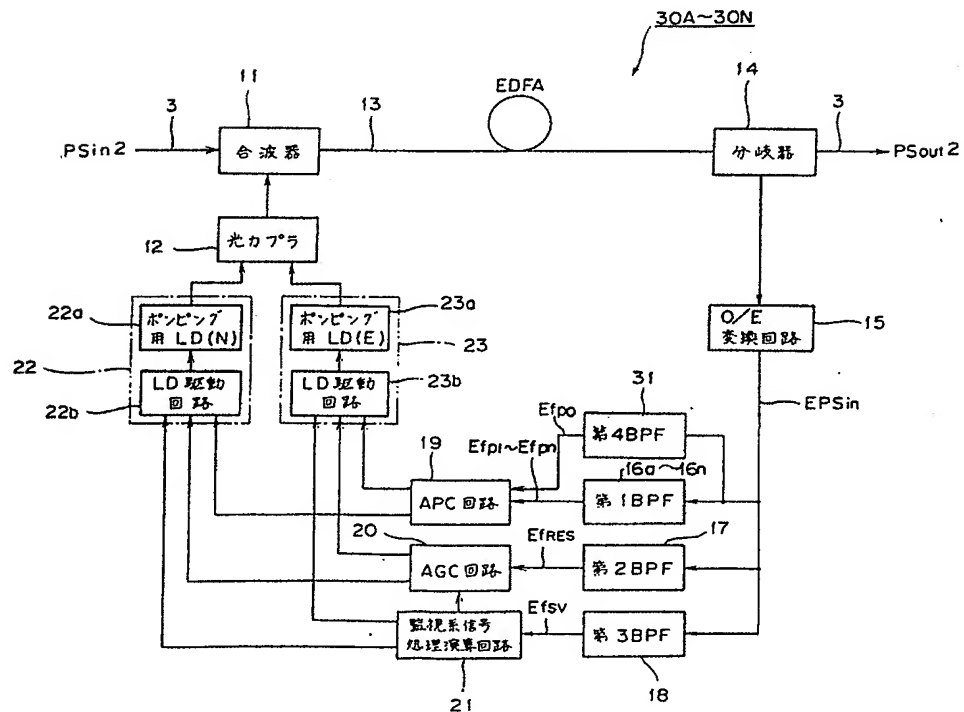
第 3 図



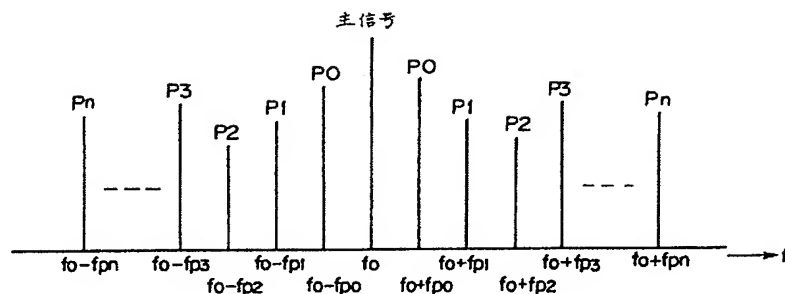
スペクトル図
第 4 図



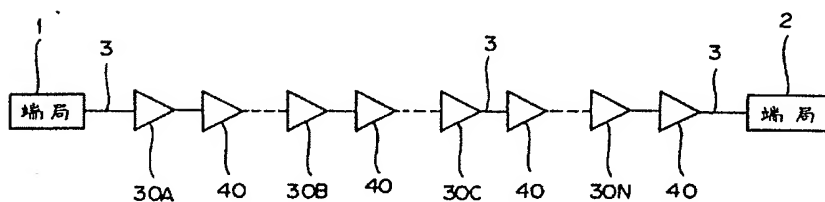
第2実施例による光中継伝送方式の図
第 5 図



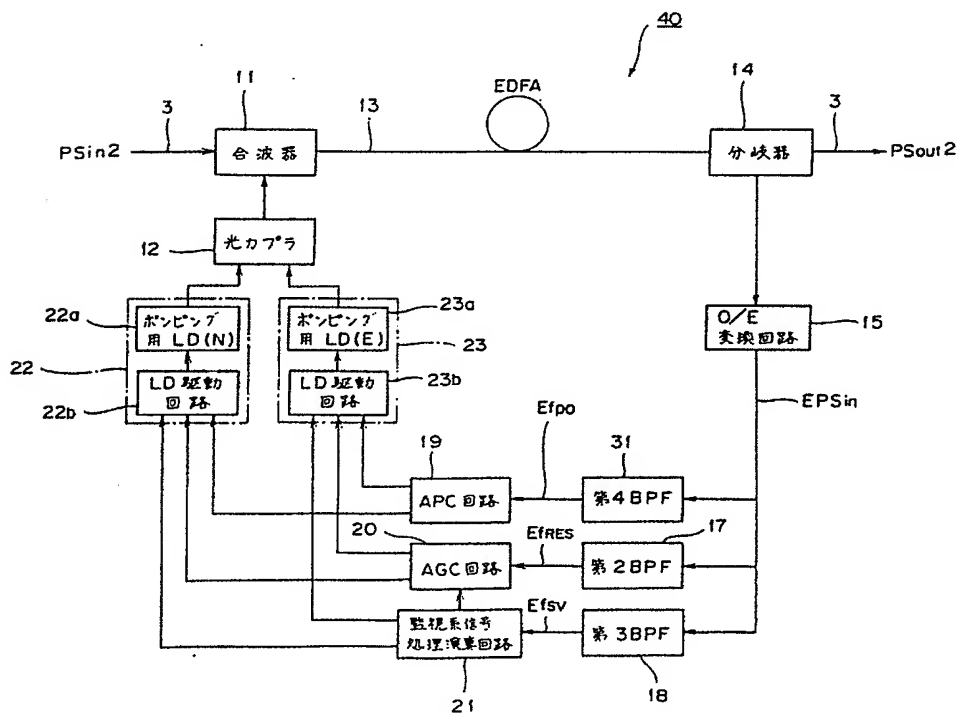
第5図に示す光直増幅中継器の構成図
第 6 図



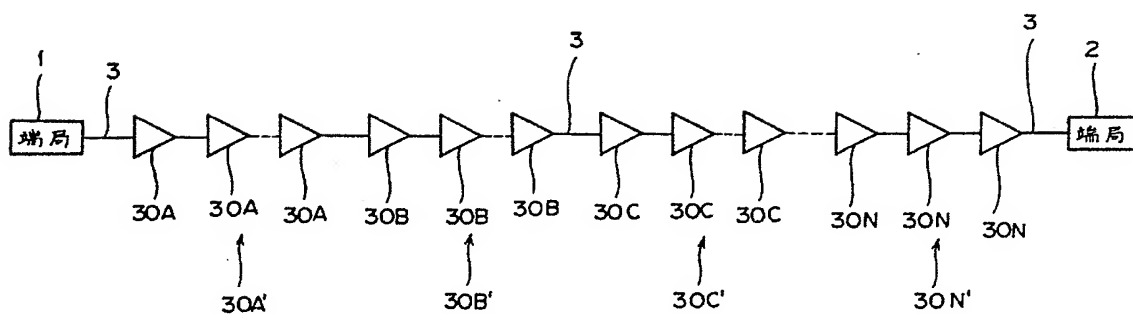
スペクトル図
第 7 図



第3実施例による光伝送中継方式の図
第 8 図

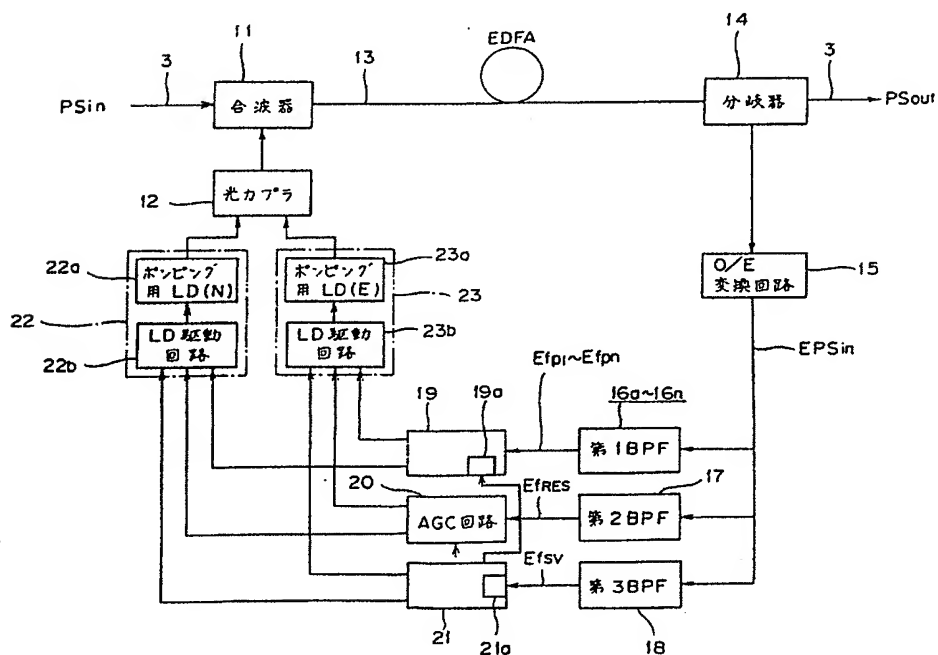


第8図に示す光直増幅中継器の構成図
第 9 図



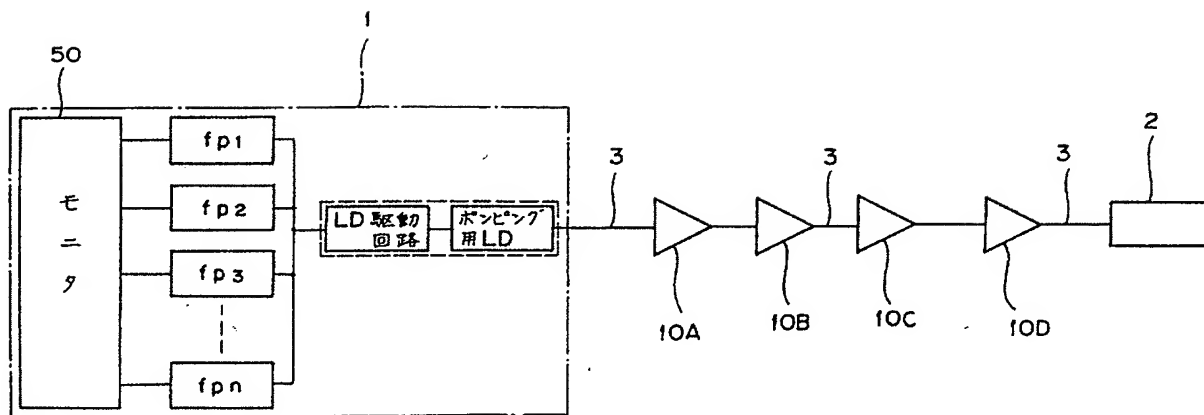
第3実施例による光中继伝送方式の図

第 10 図



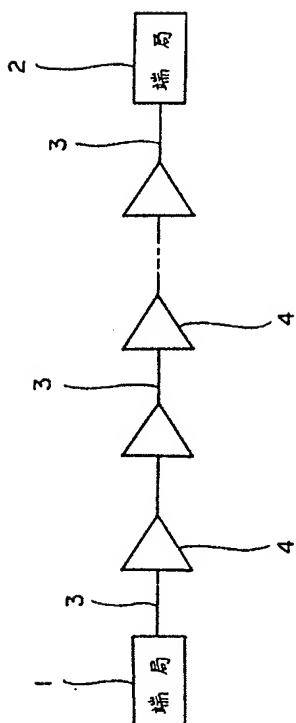
光直増増幅中継器の構成図

第 11 図

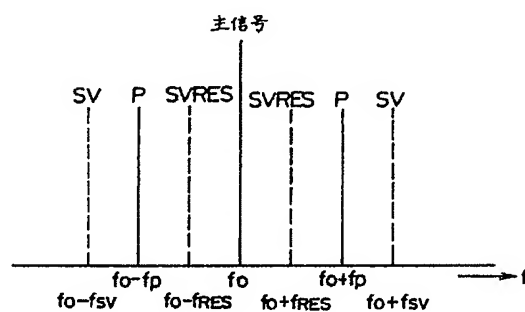


ゲインのモニタリング方法を説明するための図

第 12 図

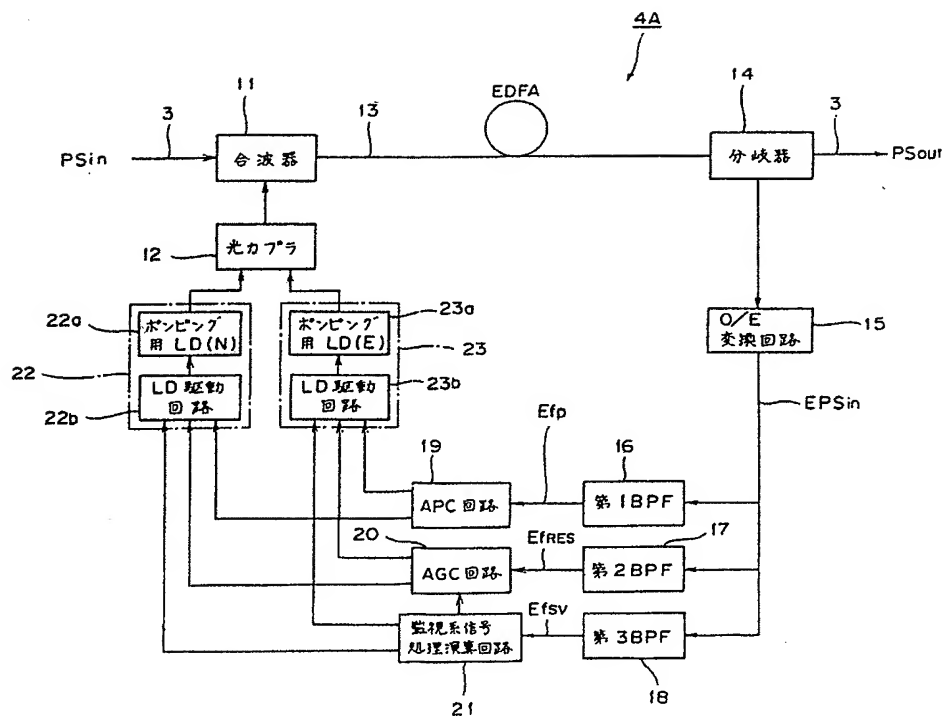


従来の光中継伝送方式の図
第 13 図



スペクトル図

第 15 図



従来の光中継伝送方式の図

第 14 図